

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2000144330 A

(43) Date of publication of application: 26.05.00

(51) Int. Cl

C22C 38/00
C21C 7/00
C21C 7/06
C22C 38/14
C22C 38/54

(21) Application number: 10324389

(22) Date of filing: 30.10.98

(71) Applicant: NIPPON STEEL CORP

(72) Inventor: WAKAO MASAMITSU
MABUCHI HIDESATO
IIBOSHI HIROAKI

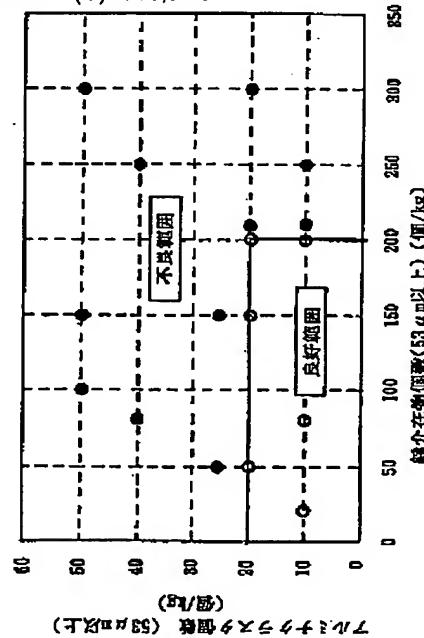
(54) SLAB FOR THIN STEEL SHEET SMALL IN
DEFECT CAUSED BY INCLUSION AND ITS
PRODUCTION

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To attain the reduction of the number of inclusions in a slab and the refining of the size of inclusions and to reduce defects caused by inclusions.

SOLUTION: In the method for producing this slab for a thin steel sheet, at the time of melting the molten steel of carbon steel contg. suitable amounts of C, Mn, Si, P, S, Al, Ti, Ca, N and oxygen, carburizing is executed, and, after that, C deoxidation is executed in a pressure reduced atmosphere to control the concn. of oxygen in the molten steel to 2300 ppm, and thereafter, Ti and Ca are successively added as metals or alloys, and deoxidation is executed to control the number of oxide inclusions of $^{>} 53 \mu\text{m}$ to 2200 pieces/kg and, also the number of alumina cluster inclusions thereamong to 220 pieces/kg, by which the generation of defects caused by inclusions is prevented.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-144330
(P2000-144330A)

(43)公開日 平成12年5月26日 (2000.5.26)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
C 22 C 38/00	3 0 1	C 22 C 38/00	3 0 1 Z 4 K 0 1 3
C 21 C 7/00		C 21 C 7/00	H
7/06		7/06	
C 22 C 38/14		C 22 C 38/14	
38/54		38/54	

審査請求 未請求 請求項の数 6 FD (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平10-324389

(22)出願日 平成10年10月30日 (1998.10.30)

(71)出願人 000006655
新日本製鐵株式会社
東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72)発明者 若生 昌光
大分県大分市大字西ノ洲1番地 新日本製
鐵株式会社大分製鐵所内
(72)発明者 間瀬 秀里
大分県大分市大字西ノ洲1番地 新日本製
鐵株式会社大分製鐵所内

(74)代理人 100094972
弁理士 萩原 康弘

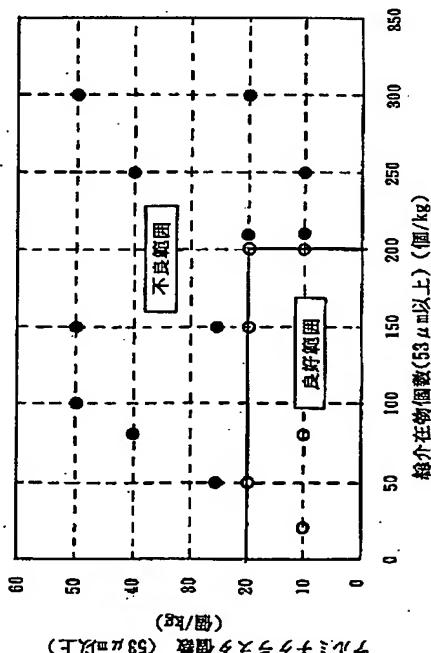
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 介在物性欠陥の少ない薄鋼板用鋳片およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 鋳片の介在物個数の低減と介在物サイズの微細化を図って介在物性欠陥を低減する。

【解決手段】 C、Mn、Si、P、S、Al、Ti、Ca、N、酸素を適量含む炭素鋼溶鋼を溶製する際に、脱炭を行なった後、減圧雰囲気でC脱酸を行なって溶鋼中の酸素濃度を300 ppm以下とし、その後、Ti、Caの順で金属または合金として添加して脱酸し、53 μm以上の酸化物系介在物の個数が200個/kg以下で、かつ、その内、アルミナクラスタ介在物の個数が20個/kg以下として、介在物性欠陥の発生を防止する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 C : 0. 001~0. 2重量%、Mn : 0. 01~0. 5重量%、Si : 0. 001~0. 5重量%、P : 0. 001~0. 3重量%、S : 0. 0005~0. 05重量%、Al : 0. 006重量%以下、Ti : 0. 005~0. 06重量%、Ca : 0. 0005~0. 01重量%、酸素 : 0. 0005~0. 0050重量%を含み、残部鉄および不可避的不純物からなる炭素鋼で、铸片中の酸化物系介在物のうち、 $53\mu\text{m}$ 以上の介在物の個数が200個/ kg 以下で、かつ、その内、アルミナクラスター介在物の個数が20個/ kg 以下であることを特徴とする介在物性欠陥の少ない薄鋼板用铸片。

【請求項2】 Nb : 0. 001~0. 10重量%、V : 0. 005~0. 20重量%、Cr : 0. 01~0. 50重量%、Mo : 0. 01~0. 50重量%、Cu : 0. 01~0. 50重量%、Ni : 0. 01~0. 50重量%、B : 0. 0002~0. 0020重量%の一種または二種以上を含有せしめることを特徴とする請求項1記載の介在物性欠陥の少ない薄鋼板用铸片。

【請求項3】 C : 0. 001~0. 2重量%、Mn : 0. 01~0. 5重量%、Si : 0. 001~0. 5重量%、P : 0. 001~0. 3重量%、S : 0. 0005~0. 05重量%、Al : 0. 006重量%以下、Ti : 0. 005~0. 06重量%、Ca : 0. 0005~0. 01重量%、酸素 : 0. 0005~0. 0050重量%を含み、残部鉄および不可避的不純物からなる炭素鋼溶鋼を連続铸造設備で铸造して铸片を製造する際に、脱炭を行なった溶鋼を、減圧雰囲気でC脱酸を行なって該溶鋼中の酸素濃度を300ppm以下とし、その後、Ti、Caの順で金属または合金として添加して脱酸することを特徴とする、介在物性欠陥の少ない薄鋼板用铸片の製造方法。

【請求項4】 Nb : 0. 001~0. 10重量%、V : 0. 005~0. 20重量%、Cr : 0. 01~0. 50重量%、Mo : 0. 01~0. 50重量%、Cu : 0. 01~0. 50重量%、Ni : 0. 01~0. 50重量%、B : 0. 0002~0. 0020重量%の一種または二種以上を含有せしめることを特徴とする請求項3記載の介在物性欠陥の少ない薄鋼板用铸片の製造方法。

【請求項5】 C : 0. 001~0. 2重量%、Mn : 0. 01~0. 5重量%、Si : 0. 001~0. 5重量%、P : 0. 001~0. 3重量%、S : 0. 0005~0. 05重量%、Al : 0. 006重量%以下、Ti : 0. 005~0. 06重量%、Ca : 0. 0005~0. 01重量%、酸素 : 0. 0005~0. 0050重量%を含み、残部鉄および不可避的不純物からなる炭素鋼溶鋼を連続

铸造設備で铸造して铸片を製造する際に、脱炭を行なった溶鋼を、減圧雰囲気でC脱酸を行なって該溶鋼中の酸素濃度を300ppm以下とし、その後、MnまたはMn、SiまたはMn、Siそして溶鋼中のAl濃度が0.006重量%以下となるように微量Alを金属または合金として添加して脱酸を行ない、次にTiを金属または合金として添加して脱酸し、更にCa金属または合金として添加して脱酸することを特徴とする、介在物性欠陥の少ない薄鋼板用铸片の製造方法。

10 【請求項6】 Nb : 0. 001~0. 10重量%、V : 0. 005~0. 20重量%、Cr : 0. 01~0. 50重量%、Mo : 0. 01~0. 50重量%、Cu : 0. 01~0. 50重量%、Ni : 0. 01~0. 50重量%、B : 0. 0002~0. 0020重量%の一種または二種以上を含有せしめることを特徴とする請求項5記載の介在物性欠陥の少ない薄鋼板用铸片の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

20 【発明の属する技術分野】 本発明は、薄鋼板向け炭素鋼の連続铸造铸片とその製造方法に関し、特に介在物性欠陥の少ない铸片およびその製造方法に係わるものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、連続铸造法で製造した铸片における介在物性の欠陥は非常に少なくなっている。これは、溶鋼段階での脱酸法の技術改善や、連続铸造における種々の介在物対策が効を奏した結果である（第126・127回西山記念技術講座「高清淨鋼」社団法人日本鉄鋼協会、1988）。

30 【0003】 しかしながら、薄板向け铸片、特に飲料缶素材用铸片においては、益々の介在物低減が要求されており、個数の低減とともにそのサイズを小さくすることが求められている。铸片内の介在物個数を低減する技術としては、例えば特開平7-300612号公報、特開平5-331522号公報等がある。また、微細介在物をつくる技術としては、例えば特開昭58-204117号公報、特開平3-267311号公報等がある。

40 【0004】 飲料缶用铸片内の介在物個数を低減する技術として、上記特開平7-300612号公報には、二次精錬において、溶鋼中にガス吹き込みランプからフラックスを吹き込んで、該フラックスを介在物と凝集させて、浮上させているが、吹き込んだフラックスが溶鋼中に残留して介在物となる恐れがあった。

【0005】 また、上記特開平5-331522号公報では、転炉内へCaOを投入してスラグを固化させた後、取鍋内に出鋼し、その後取鍋上のスラグにAlを添加して、スラグ中FeO濃度を2%以下にすることを記載しているが、スラグ中FeO濃度を安定的に2%以下

にするには、多量のAl投入が必要となり、コスト的に高くなる。また、スラグ中FeO濃度を2%以下にしても、Al脱酸を行なう限り、脱酸生成物であるアルミナが生成してクラスタ状になる。これは比重が大きいため、溶鋼表面への浮上によるアルミナクラスタ個数の大�減少は、期待出来ない。

【0006】介在物のサイズを小さくする技術としては、特開昭58-204117号公報ではMn、SiとTiまたはAl、或いは更にREMまたはCaを脱酸力の弱い順で加える技術が示されているが、Mnが0.8重量%以上と規定されており、Mnの低い薄板向けでは適用できない。また、特開平3-267311号公報では、TiとCaを用いた脱酸法が開示されているが、0.005重量%以上のZrが必要となっているため、コスト的に高くなる。また、TiやCa添加前の溶鋼酸素濃度が高い場合には、TiやCaを添加して脱酸を行なっても、介在物の微細化効果が十分に發揮されないことから、生成した介在物は大きなものとなってしまう。

【0007】このようのことから、前記各号公報の技術では、薄板向鋼板用鉄片の介在物個数の低減と介在物サイズの微細化を安定して達成することは困難であった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、鉄片の介在物個数の低減と介在物サイズの微細化を安定して達成することによって、介在物性欠陥の少ない薄板向鋼板用鉄片とその製造方法を提供することである。すなわち、本発明は、薄板製品で介在物性欠陥が発生しないための鉄片内介在物条件を満足する鉄片とその鉄片の製造方法であり、特に、薄板向鋼板用鉄片で制約を受ける、MnやSi含有量に依存しない、介在物性欠陥の少ない鉄片とその製造方法を提供することを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、溶鋼に脱酸材を添加する前に、減圧雰囲気でC脱酸を行なって溶鋼中の酸素濃度を低減して、その後、脱酸材としてTi、Mgの順で金属または合金として添加して脱酸し、その後Alを添加することにより、53μm以上の酸化物介在物の個数が200個/kg以下で、かつ、その内、アルミナクラスタ介在物の個数が20個/kg以下の鉄片にして、製品加工において、介在物欠陥の発生を防止するものであり、その手段1は、C:0.001~0.2重量%、Mn:0.01~0.5重量%、Si:0.001~0.5重量%、P:0.001~0.3重量%、S:0.0005~0.05重量%、Al:0.006重量%以下、Ti:0.005~0.06重量%、Ca:0.0005~0.01重量%、酸素:0.0005~0.0050重量%を含み、残部鉄および不可避的不純物からなる炭素鋼で、鉄片中の酸化物系介在物のうち、53μm以上の介在物の個数が200個/kg以下で、かつ、その内、

アルミナクラスタ介在物の個数が20個/kg以下であることを特徴とする介在物性欠陥の少ない薄板向鋼板用鉄片である。

【0010】手段2は、手段1に、Nb:0.001~0.10重量%、V:0.005~0.20重量%、Cr:0.01~0.50重量%、Mo:0.01~0.50重量%、Cu:0.01~0.50重量%、B:0.0002~0.020重量%の一種または二種以上を含有せしめるものである。

【0011】手段3は、C:0.001~0.2重量%、Mn:0.01~0.5重量%、Si:0.001~0.5重量%、P:0.001~0.3重量%、S:0.0005~0.05重量%、Al:0.006重量%以下、Ti:0.005~0.06重量%、Ca:0.0005~0.01重量%、N:0.0005~0.01重量%、酸素:0.0005~0.0050重量%を含み、残部鉄および不可避的不純物からなる炭素鋼溶鋼を連続鋳造設備で鋳造して鉄片を製造する際に、脱炭を行なった溶鋼を、減圧雰囲気でC脱酸を行なって該溶鋼中の酸素濃度を300ppm以下とし、その後、Ti、Caの順で金属または合金として添加して脱酸する介在物性欠陥の少ない薄板向鋼板用鉄片の製造方法である。

【0012】手段4は、手段3に、Nb:0.001~0.10重量%、V:0.005~0.20重量%、Cr:0.01~0.50重量%、Mo:0.01~0.50重量%、Cu:0.01~0.50重量%、Ni:0.01~0.50重量%、B:0.0002~0.020重量%の一種または二種以上を含有せしめるものである。

【0013】手段5は、C:0.001~0.2重量%、Mn:0.01~0.5重量%、Si:0.001~0.5重量%、P:0.001~0.3重量%、S:0.0005~0.05重量%、Al:0.006重量%以下、Ti:0.005~0.06重量%、Ca:0.0005~0.01重量%、N:0.0005~0.01重量%、酸素:0.0005~0.0050重量%を含み、残部鉄および不可避的不純物からなる炭素鋼溶鋼を連続鋳造設備で鋳造して鉄片を製造する際に、脱炭を行なった溶鋼を、減圧雰囲気でC脱酸を行なって該溶鋼中の酸素濃度を300ppm以下とし、その後、MnまたはMn、SiまたはMn、Siそして溶鋼中のAl濃度が0.006重量%以下となるように微量Alを金属または合金として添加して脱酸を行ない、次にTiを金属または合金として添加して脱酸し、更にCa金属または合金として添加して脱酸する介在物性欠陥の少ない薄板向鋼板用鉄片の製造方法である。

【0014】手段6は、前記手段5に、Nb:0.001~0.10重量%、V:0.005~0.20重量%

%、Cr:0.01~0.50重量%、Mo:0.01~0.50重量%、Cu:0.01~0.50重量%、Ni:0.01~0.50重量%、B:0.0002~0.0020重量%の一種または二種以上を含有せしめるものである。

【0015】

【発明の実施の形態】発明者らは、まず、製品にとって介在物性欠陥の発生しにくい鋳片の介在物条件について検討した。ここで、介在物とは、製品欠陥に悪影響を与えるやすい酸化物系のものを示す。鋳片内の介在物個数が多くなると、製品での介在物性欠陥が発生しやすくなる。そこで、鋳片内の介在物の大きさや個数と製品欠陥発生との関係を調査した結果、図1に示すように、鋳片内の介在物のうち、 $53\mu\text{m}$ 以上の大きさのものが、鋳片1kgあたり200個以下で、しかも、 $53\mu\text{m}$ 以上のアルミナクラスタが、鋳片1kg当たり20個以下であると製品欠陥発生率が極めて低い。

【0016】これに対し、それ以外の場合（ $53\mu\text{m}$ 以上の介在物が鋳片1kgあたり200個超、アルミナクラスタが鋳片1kg当たり20個超である場合）には製品欠陥発生率が高い、すなわち製品欠陥が発生しやすい傾向にあることが判明した。

【0017】ここで、アルミナクラスタとは、複数の粒子が凝集したもので、この集合体を1個と数える。一般的にA1脱酸後の生成物であるアルミナは、一つ一つの粒子は小さいが、生成後すぐに粒子どうしが凝集し、クラスタ状となってサイズが大きくなる。また、このクラスタは、構成粒子どうしの間に鉄を含むので、比重が大きく浮上しにくい。また、アルミナクラスタのほうが他の介在物よりも、製品欠陥に与える影響が大きい。なお、 $53\mu\text{m}$ という数字は、介在物分析法におけるフィルターの縦み目のサイズである。

【0018】以下に本発明の鋳片について詳細に説明するために、発明の条件を規定した理由を述べる。Cは鋼の強度を持たす為に用いられる元素であるが、薄板向けでは深絞り用鋼板等でCを極力低減させたほうが望ましい場合もある。しかしながら、Cが0.001重量%以下では本発明におけるC脱酸が非常に困難になるので、下限を0.001重量%とし、上限は板材で用いられる最大炭素量として0.2重量%とした。

【0019】また、Mnも強度を得るためにSによる脆化を抑制するために必要であり、上限はハイテン材等で使用される場合の最大値0.5重量%とした。また、下限は不可避的に混入するために0.01重量%とした。Siも強度を得るために高温特性を改善するために用いられる元素であり、上限は0.5重量%とした。また、不可避的に混入するためその下限を0.001重量%とした。

【0020】Pは鋼に有害な元素であるため、極力少ない方が望ましいが、不可避的に混入するため下限値

0.001重量%が現実的である。しかしながら、鋼の強度や耐食性向上の観点から多量のP添加を求められる場合があるので、その上限を0.3重量%とした。これ以上では、Pによる脆化の影響が強くなる。Sも同様に製品特性に害をなす場合が多く、極力低位とすることが望ましいが、不可避的に混入するため下限値0.005重量%が現実的である。また上限は連続鋳造時の割れを防ぐために0.05重量%とした。

【0021】A1は脱酸元素として一般的に使用されているが、鋳片中の酸化物系介在物のうち、 $53\mu\text{m}$ 以上の介在物の個数が200個/kg以下であり、かつその内、アルミナ粒子が2個以上合体したアルミナクラスタ介在物の個数が20個/kg以下であることを満たすためには、本発明では極力A1を脱酸元素として用いないことが、基本思想である。しかしながら、不可避的に混入される場合があったり、後述のようにスラグ改質のためにスラグ中にA1を添加した時に溶鋼中にもA1がついてしまう場合がある。そこで、上限を0.006重量%とした。A1含有量を0.006重量%以下に制限すれば、TiとCaの効果が阻害されない。

【0022】TiおよびCaは本発明の重要な元素である。鋳片中の酸化物系介在物のうち、 $53\mu\text{m}$ 以上の介在物の個数が200個/kg以下であり、かつその内、アルミナ粒子が2個以上合体したアルミナクラスタ介在物の個数が20個/kg以下であることを満たすためには、A1を脱酸材として用いるのではなく、後述するようにTiやCaを用いる必要があることを、発明者らは知見した。

【0023】Tiの下限値は、脱酸効果を得るために0.005重量%とし、上限については、多量に添加するとCa脱酸の効果を阻害するので、0.06重量%と規定した。Caについても、十分な脱酸効果を得るために、下限値は0.0005重量%とした。上限値は、過剰に入れても効果が飽和するレベルとして0.01重量%とした。

【0024】Nは、Tiと化合してTiNをつくり、結晶粒の成長を抑えることに利用される。この観点から用いられている添加量の上限値として、0.01重量%とした。また、不可避的に混入される分を考慮して、下限値として0.0005重量%とした。

【0025】鋳片中の酸素量は、そのほとんどが鋳片内の酸化物系介在物として含まれる分である。製品で有害となる $53\mu\text{m}$ 以上の介在物については、極力少ない方が望ましいが、大きな介在物が少なくなれば、必ず酸素量が低くなるという訳ではない。すなわち、製品に無害な微細介在物が多数あっても、酸素量は高くなる。従って、酸素量があるレベル以下では、必ずしも酸素量は介在物個数の指標とは成り得ないが、酸素値が非常に高い場合には、大きな介在物個数が多くなる傾向が見られるので、上限を0.0050重量%とした。また、下限

については、不可避的に混入する分を考慮して、0.005重量%とした。

【0026】以上が、本発明が対象とする鋼の基本成分であるが、強度や耐食性、焼き入れ性を初めとする材料の諸特性を向上させるために、鋼の用途に応じてNb、V、Cr、Mo、Cu、Ni、Bの一種または二種以上を添加しても、本発明の効果は何ら損なわれるものではない。すなわち、その添加量の範囲は、Nb:0.001~0.10重量%、V:0.005~0.20重量%、Cr:0.01~0.50重量%、Mo:0.01~0.50重量%、Cu:0.01~0.50重量%、Ni:0.01~0.50重量%、B:0.0002~0.0020重量%とする。

【0027】この他の元素として、REMの元素が溶鋼中に含まれる場合もあるが、当該1元素につき10ppmまでなら、含まれても本発明の効果に影響を与えることはない。

【0028】なお、実際の製造プロセスでは、添加した元素が100%溶鋼中に含まれることになるわけではないので、歩留を考慮して余分に添加する必要がある。また、添加方法については、特に規定はしない。上記条件を満足するように鋼中に含有できる方法であれば、どのような方法でも構わない。また、鋳片中の酸化物系介在物のうち、 $5.3\mu\text{m}$ 以上の介在物の個数を200個/ k g 以下とし、かつその内のアルミニナクラスタの個数を20個/ k g 以下としたのは、図1に示したように、製品欠陥の発生率が小さくなる条件から決定したものである。

【0029】次に、このような鋳片内の介在物条件を満たすための製造方法について検討した。発明者らは、まず脱酸元素について着目した。溶鋼の脱酸元素としては、一般にAlが広く用いられている。しかしながら、Al脱酸後の生成物であるアルミナは、一つ一つの粒子は小さいが、生成後すぐに粒子どうしが凝集し、クラスタ状となってサイズが大きくなる。また、このクラスタは、構成粒子どうしの間に鉄を含むので、比重が大きく浮上しにくい。従って、Al脱酸で生成したアルミナ介在物を浮上・除去するためには、静置時間を非常に長くとる、Arガスを多量に溶鋼中へ吹き込んで、ガスと介在物を合体させて浮上を促進する等の対策が必要であった。

【0030】そこで、発明者らはAlを脱酸材として用いないことを考え、Alに代わる脱酸元素として、Caに着目した。Caで脱酸すると、脱酸生成物であるCaOが生成するが、そのサイズが他の脱酸元素に較べて小さい特徴がある。しかしながら、このCaOのサイズは、Ca添加前の溶鋼酸素濃度に大きく依存する。

【0031】発明者らは、CaO介在物のサイズが小さくなるCa添加前の溶鋼酸素濃度について、ラボ実験により求めた。鋼の成分は0.04%C-0.0010%

NでTi, Ca, 酸素量を変化させた。なお、他の成分は含まれていない。図2には、Ca脱酸直後のCaO介在物平均粒径と、Ca脱酸前の溶鋼酸素濃度の関係を示すが、溶鋼酸素濃度が50ppm以下の場合に、生成したCaO介在物の平均サイズが $1.0\mu\text{m}$ 以下と非常に小さくなることが判った。

【0032】次に、Ca添加前の溶鋼酸素濃度を50ppm以下に制御する手段について検討した。熱力学的に検討すると、溶鋼酸素濃度を50ppm以下にするためには、Siよりも酸素親和力の強い脱酸元素を選択するのが良い。これは、Siを0.5重量%と比較的多量に入れて脱酸した時に、溶鋼温度1600℃で熱力学的に平衡する溶鋼酸素濃度が約70ppmであることから推測出来る。

【0033】これに当てはまる脱酸元素としては、Ti, Al, Mg, Caが挙げられるが、Caはその後の脱酸で用いるので、除外される。また、MgはCaに近い強脱酸元素なので、除かれる。また、Alについては、脱酸元素として用いないことが本発明の基本思想であるから除いた。以上の考察から、Ca添加前の溶鋼酸素濃度を50ppm以下に制御する手段として、Tiを用いることにした。Ti脱酸は、脱酸するために必要な濃度が数百ppmと、MnやSiの場合に較べて非常に少ないことも特徴である。

【0034】しかしながら、Ti脱酸においても、Ca脱酸と同様に、Ti添加前の溶鋼酸素濃度が、生成するTi酸化物のサイズに大きく影響する。すなわち、溶鋼酸素濃度が高い場合には、生成するTi酸化物が大きいものになり、本発明の意図と矛盾することになる。そこで、発明者らは、Ti酸化物のサイズが小さくなるTi添加前の溶鋼酸素濃度について、ラボ実験により求めた。図3には、Ti脱酸直後のTi酸化物の平均粒径と、Ti脱酸前の溶鋼酸素濃度の関係を示すが、溶鋼酸素濃度が300ppm以上では、生成したTi酸化物のサイズが急激に大きくなることが判った。従って、Ti添加前の溶鋼酸素濃度を300ppm以下とする必要があることが判明した。

【0035】次に、Ti添加前の溶鋼酸素濃度を300ppm以下に制御する手段について検討した。熱力学的に検討すると、溶鋼酸素濃度を300ppm以下にするためには、Mn脱酸やSi脱酸が挙げられるが、本発明が対象とする薄鋼板用鋳片では、材質上MnやSi濃度を低く制約される場合がある。従って、MnやSi濃度に依存しない脱酸法を考える必用があった。

【0036】発明者らは、Cに着目し、減圧下でC脱酸を行なうことにより、溶鋼酸素濃度を300ppm以下にすることを考えた。C脱酸平衡から検討すると、例えばC濃度0.04重量%の場合、溶鋼温度1600℃で雰囲気中のCO分圧が約0.4であれば、平衡する溶鋼酸素濃度は約300ppmとなり、本発明で要求される

条件を満足する事が出来る。C脱酸は、脱酸生成物がCOガスであるため、溶鋼中に残留して介在物とならないことも大きな特徴である。

【0037】なお、C脱酸を行なった後でMnやMn、Siおよび微量Alを添加してからTi添加をしても構わない。ここで、微量Alとは、添加した後、溶鋼中の濃度で0.006重量%以下の場合であり、介在物生成に大きな悪影響を与えないで、Ti添加前にAlを添加して脱酸しても構わない。また、脱酸を行なう前に、取鍋内溶鋼上のスラグにCaOやAlを添加して、スラグ中の酸素ボテンシャルを低下させる、いわゆるスラグ改質を行なうことは、本発明の効果にとっても有利な方法であり、スラグ改質を行なううが、更なる介在物個数の低減と介在物の微細化が期待できる。

*

* 【0038】

【実施例】表1に示す成分の炭素鋼を表3に示す製造条件で製造し、得られた铸片の介在物個数と、铸片を圧延して得られた钢板および、それを素材として加工した場合の結果について調査した。調査方法としては、表4に示した方法で行なった。なお、水準A-1、C-1、G-1はスラグ改質として、C脱酸前に、取鍋内のスラグ上に、溶鋼300tにつきCaOを1.5t、Alを500kg添加した。また、F-1ではMn、Si、微量をAlをC脱酸後Ti添加前に添加し、D-1、E-1ではMn、SiをC脱酸後Ti添加前に添加した。

【0039】

【表1】

		鋼の成 分(重量%)										
		C	Mn	Si	P	S	Ti	Ca	Al	N	O	その他の成分
A	○	0.001	0.05	0.008	0.010	0.001	0.008	0.0020	0.005	0.0015	0.0020	Nb:0.02
B	○	0.01	0.20	0.02	0.010	0.010	0.015	0.0015	0.004	0.0020	0.0020	Cr:0.05
C	○	0.04	0.15	0.02	0.010	0.010	0.025	0.0010	0.004	0.0015	0.0025	
D	○	0.1	0.25	0.03	0.025	0.005	0.045	0.0030	0.003	0.0060	0.0020	B:0.0002, Ni:0.015
E	○	0.16	0.20	0.20	0.050	0.050	0.015	0.0020	0.001	0.0030	0.0015	Mo:0.01, V:0.01
F	○	0.20	0.45	0.50	0.080	0.040	0.015	0.0020	0.006	0.0020	0.0010	Cu:0.015
G	×	0.04	0.15	0.02	0.010	0.010	0.004	0.0010	0.004	0.0015	0.0025	
H	×	0.1	0.25	0.03	0.025	0.005	0.015	0.0060	0.007	0.0060	0.0020	B:0.0002, Ni:0.015
I	×	0.12	0.20	0.10	0.015	0.005	0.065	0.0100	0.004	0.0025	0.0060	

注) ○: 本発明成分
X: 比較材成分

【0040】

30 【表2】

鋼種	試験条件				試験結果				備考	
	C脱酸	C脱酸後の溶鋼酸素濃度(ppm)	脱酸金属の添加順序	铸造速度(ppm)	铸片介在物個数($\geq 58 \mu\text{m}$ (個/kg))		製品欠陥発生有無			
					粒数	アムクラスター	表面欠陥	内部欠陥		
A-1	有り	240	Ti → Ca	1.5	80	13	○	○	○	本発明
A-2	有り	320	Ti → Ca	1.5	280	28	×	○	-	比較材
B-1	有り	200	Ti → Ca	1.4	110	16	○	○	○	本発明
B-2	なし	410	Ti → Ca	1.4	400	38	×	○	-	比較材
C-1	有り	180	Ti → Ca	1.3	30	0	○	○	○	本発明
C-2	有り	220	Ca → Ti	1.3	200	23	○	○	×	比較材
D-1	有り	200	Ti → Ca	1.6	80	5	○	○	○	本発明
D-2	有り	350	Ti → Ca	1.6	260	29	○	×	-	比較材
E-1	有り	170	Ti → Ca	1.5	160	10	○	○	○	本発明
E-2	なし	330	Ti → Ca	1.5	420	38	×	×	-	比較材
F-1	有り	140	Ti → Ca	1.3	80	14	○	○	○	本発明
F-2	有り	140	Ca → Ti	1.3	270	36	○	○	×	比較材
G-1	有り	180	Ti → Ca	1.3	340	34	○	×	-	比較材
H-1	有り	150	Ti → Ca	1.5	180	120	○	×	-	比較材
I-1	有り	150	Ti → Ca	1.3	215	21	○	○	×	比較材

注) ○: 合格、×: 不合格、-: 加工せず

【0041】

50 【表3】

11
製造条件

12

- (1) 製造プロセス：転炉→RH→連続鋳造→熱延→冷延→製品加工
 A-1, C-1, G-1については、RH処理前に
 スラグ改質を実施。
 脱酸材投入場所：RH
- (2) 連続鋳造：垂直曲げ型連鋳機
 (垂直部3m、曲げ半径10.5m、スラブ連鋳機)
 鋳片サイズ：幅1800mm、厚み280mm

【0042】

【表4】

介在物評価方法

- (1) 鋳片：鋳片幅方向1/4部で、上部表面から140mm深さまでのサンプルを採取。電解後、スライム抽出を行ない、 $53\mu\text{m}$ 以上の直徑の介在物につき、個数と形態を調査。
- (2) 表面疵：冷間圧延後、コイル表面を目視観察。
 大きさ50mm以上の欠陥個数1個/コイル以上を不合格とする。
- (3) 内部欠陥：冷間圧延後、コイルを漏洩磁束方式で測定。
 $0.15\text{個}/\text{m}^2$ 以上を不合格とする。
- (4) 加工欠陥：鋼種A, B : 深絞り時の表面疵
 鋼種C, D, G, H : 製缶時の割れや穴あき
 鋼種E, F, I : 曲げ加工時の表面割れ

【0043】結果を表2に示す。表より、本発明の場合の条件を満たす場合には、鋳片内の介在物個数が少なく、表面疵や内部欠陥による不合格が発生せず、更に加工時の欠陥も発生しないという良好な結果が得られた。

【0044】一方、本発明を満たさない比較材については、次の通り問題のある結果となった。すなわち、比較材B-2、E-2では、脱酸用合金元素であるTi, Caの添加前にC脱酸を行なっていないので、結果的に脱酸用合金元素添加前の溶鋼酸素濃度が300ppmよりも高くなり、Ti-Caの順序で添加を行なっても、鋳片内介在物個数が多くなっている。

【0045】比較材A-2、D-2では、脱酸用合金元素添加前にC脱酸を行なったにもかかわらず、脱酸用合金元素添加前の溶鋼酸素濃度が300ppm以下を満たしていないので、鋳片内介在物個数が多くなっている。比較材C-2、F-2では、脱酸元素の添加順序が本発明を満たしていなかったので製品加工時に欠陥が発生した。

【0046】また、比較材G-1ではTi濃度が低く本発明を満たさないため、またH-1ではAlが高く、本発明を満たさないため、I-1ではTi、酸素の濃度が高く本発明を満たしていないために、鋳片内介在物個数が多くなっている。特にH-1の場合には、 $53\mu\text{m}$ 以

30 上の介在物個数は、条件を満たしているが、アルミニナクラスター個数が本発明範囲よりも多くなっている。

【0047】この結果、本発明の条件を満たさない場合には、鋳片内介在物の個数が多く、圧延後のコイル欠陥や製品加工時の欠陥も発生している。ここで、表3中の加工欠陥の欄で、一印となっているものは、コイル段階で不合格になったために、製品にはならず、加工に至らなかつたものである。

【0048】

【発明の効果】以上のように本発明は、有害な介在物の個数が大幅に減少した薄鋼板用鋳片であることから、圧延後の鋼板に介在物に起因する欠陥や製品加工時の欠陥が非常に少なくなり、良好な製品を得ることが可能となって、製品歩留を向上させる。更に、本発明により、介在物性欠陥の少ない薄鋼板用鋳片の製造を確実に行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

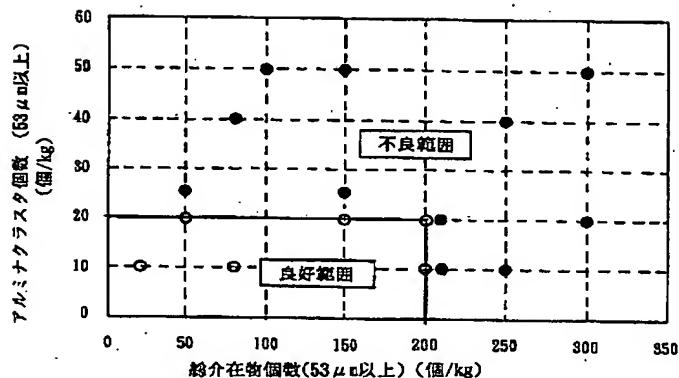
【図1】鋳片内介在物個数と製品欠陥の発生率の関係を示した図。

【図2】Mg添加前の溶鋼酸素量と介在物サイズとの関係を示した図。

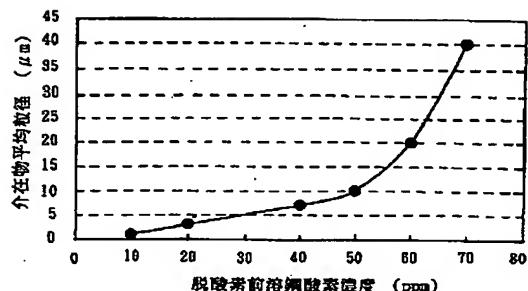
【図3】Ti添加前の溶鋼酸素量と介在物サイズとの関係を示した図。

50

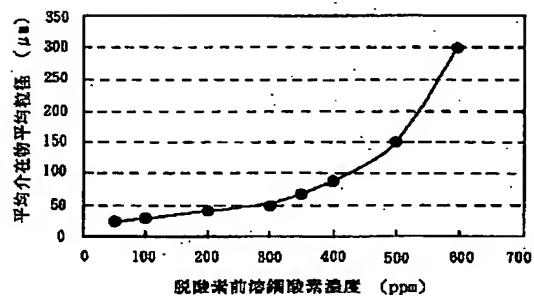
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72) 発明者 飯星 弘昭

大分県大分市大字西ノ洲1番地 新日本製
鐵株式会社大分裂鐵所内

F ターム(参考) 4K013 AA07 AA09 BA02 BA08 BA14

DA03 DA08 DA09 DA12 EA18

EA25 FA02